

(19) RU (11) 2022917 (13) C1  
(51) 5 C01 B 21/24

34

Russian Federation Committee  
for Patents and Trademarks

**(12) DESCRIPTION OF AN INVENTION**  
for a Russian Federation Patent

---

(21) 4744151/26

(22) 27 September 1989

(48) 15 November 1994, Bulletin No. 21

(71) USSR Academy of Sciences Institute of Thermal Physics

(72) G. I. Glukhikh; V. A. Kogan; I. M. Ulanov

(73) Igor Maximovich Ulanov

(56) S. N. Gamz, V. D. Parkhomenko, A. I. Rudenko, Intensification of Nitric Oxide Production, Kiev, 1969, pp. 32-36.

**(54) METHOD OF OBTAINING NITRIC OXIDE**

(57) The invention relates to plasma chemistry, specifically to a technology for obtaining nitric oxide (fixing atmospheric nitrogen) using an electric discharge. The method of obtaining nitric oxide includes heating air in an electrodeless plasma generator at an elevated pressure with a high-frequency discharge. To lower specific energy consumption and simplify the method, the process is carried out in a transformer plasma generator with vortex stabilization at a pressure of 50 - 100 kPa and a discharge frequency up to 10 kHz. The method will make it possible to lower energy consumption from 28,000 kWh per ton to 1,500 - 3,000 kWh per ton of product. One illustration.

---

The invention relates to plasma chemistry, specifically to a technology for obtaining nitric oxide (fixing atmospheric nitrogen) using an electrical discharge.

There exists a method for obtaining nitrous oxides in an electrodeless plasma generator at atmospheric pressure using high-frequency and super-high-frequency discharges that makes it possible to obtain high concentrations of nitrous oxides (NO) of 9 – 10 percent, which is directly related to the nonequilibrium of the plasma process because of the power source's high frequency. It is known that extensive use of high- and super-high-frequency technologies is always limited by the low efficiency of the system consisting of the power source and the load (plasma discharge). Even for high- and super-high-frequency discharges, efficiency is no more than 0.5 – 0.6 percent. Moreover, fairly expensive intermediate equipment, e.g., to protect the supply main, is required.

At these NO concentrations (9 – 10 percent) the yield is 2.6 moles per kWh, which corresponds to an energy consumption of 28,000 kWh per ton.

The object of the invention is to lower specific energy consumption and to simplify the method by eliminating the product quenching stage.

This object is achieved by the fact that, by contrast to the existing method, in which initial components are heated by energy released in an electric arc and the product is fixed, according to the invention, heating is accomplished with an electrodeless closed discharge with a current frequency to 10 kHz at a pressure of 50 – 100 kPa in the discharge chamber of a transformer plasma generator with vortex stabilization, in which the product is simultaneously fixed.

The method is explained by the drawing.

The transformer plasma generator contains a transformer 1, made from individual magnetic cores, each with a primary winding, and closed discharge chamber 2, encompassing the transformer core. The discharge chamber is made of individual water-cooled metal sections 3, between which are placed insulating strips 4. The chamber also has a gas swirler 5 and a plasma outlet 6. The chamber is outfitted with auxiliary electrodes 7 to initiate a glow discharge.

The device operates as follows. First air is blown in. Voltage of about 3 kW is delivered to auxiliary electrodes 7 from a neon step-up transformer, and the glow discharge is initiated at a pressure of 1.3 – 13.3 Pa. If the plasma transformer provides the voltage necessary for an arc to burn on the secondary coil, a stable discharge develops, and the neon transformer shuts off. When gas is supplied to the gas swirler 5, pressure in the chamber rises to atmospheric and the arc is stabilized by the gas flow.

A transformer plasma generator with air supply to the inlet was tested at pressures ranging from 30 to 100 kPa in a 70-mm-diameter chamber. At a pressure of 30 kPa in the chamber, there is a transition from a white to a light yellow glow, and it is obvious that the glow gap begins to contract. If pressure is

further increased to 40 - 60 kPa, the discharge begins to glow bright yellow and then orange, and the glow gap contracts significantly (the radius of the arc is about 40 - 50 mm). If pressure is further increased to atmospheric, the brightness of the glow intensifies and the radius of the arc shrinks to 30 - 40 mm. The current is kept at 85 A; power in the discharge, at 70 kW. As a result, the oxide concentration in terms of NO<sub>2</sub> at atmospheric pressure reaches 40 g/m<sup>3</sup> without resorting to quenching processes. Specific electricity consumption may be reduced to that in the chemical method for obtaining nitrous oxides.

The use of this method for obtaining nitric oxide in a transformer plasma generator provides the following advantages over existing methods:

1. The claimed pressure and discharge frequency parameters with flow vortex stabilization make it possible to fix the product directly in the discharge chamber and, as a result, eliminates the probability of the reverse process of nitric oxide breakdown. Final product yield is thus increased. Moreover, there is no need for subsequent quenching, which simplifies the production process.
2. The absence of electrodes results in a significant increase in unit operating life and in an increase in capacity, which in turn leads to an increase in final product yield.

#### FORMULA OF THE INVENTION

METHOD OF OBTAINING NITRIC OXIDE, including heating air in an electrodeless plasma generator at an elevated pressure using a high-frequency discharge, distinguished by the fact that, to lower specific energy consumption and simplify the method by eliminating the product quenching stage, the process is carried out in a transformer plasma generator with vortex stabilization at a pressure of 50 - 100 kPa and a discharge frequency up to 10 kHz.

[illustration]

[information pertaining to the printing house]



(19) RU (11) 2022917 (13) C1  
 (51) 5 C 01 B 21/24

Комитет Российской Федерации  
 по патентам и товарным знакам

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ  
 к патенту Российской Федерации

(21) 4744151/26

(22) 27.09.89

(46) 15.11.94 Бол № 21

(71) Институт теплофизики СО АН СССР

(72) Глусок ГИ; Коган ВА; Уланов ИМ

(73) Уланов Игорь Макарович

(56) СНГакд, ВДПархоменко, АИРуденка. Ин-  
 тервью с генеральным директором завода К  
 1989. с32-36.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОКИСИ АЗОТА

(57) Изобретение относится к плазмохимии, в  
 частности к технологии получения окиси азота

(фиксации атмосферного азота) с помощью  
 электрического разряда. Способ получения окиси  
 азота включает нагрев воздуха в беззапек-  
 турном плазмотроне при повышенном давлении  
 с применением ВЧ-разряда. С целью снижения  
 удельных энергозатрат и упрощения способа  
 процесс ведут в трансформаторном плазмотроне  
 с широкой стабилизацией при давлении 50 –  
 100 кПа и частоте разряда до 10 кГц. Способ  
 позволяет сократить расход энергии с 28000 кВт·ч  
 на 1 т. до 1500 – 3000 кВт·ч на 1 т продукта  
 1 ил.

RU

2022917

C1

Изобретение относится к плазмохимии, в частности к технологиям получения окиси азота (фиксации атмосферного азота) с помощью электрического разряда.

Известен способ получения окислов азота в безэлектродном плазмотроне при атмосферном давлении с применением ВЧ- и СВЧ-разрядов, позволяющий получать высокие концентрации окислов азота  $\text{NO}$  9-10%, что непосредственно связано с неравнovesностью плазменного процесса, вследствие высокой частоты источника питания. Известно также, что широкое применение ВЧ- и СВЧ-технологий всегда ограничено низкими КПД системы источника питания — нагрева (плазменный разряд). Даже для ВЧ-разрядов КПД не превышает 0.5-0.6%; кроме того, требуются достаточно дорогие источники питания и другое промежуточное оборудование, например, для защиты питающей сети.

При таких концентрациях окиси  $\text{NO}$  (9-10%) выход составляет 2.6 моль на 1 кВт, что соответствует расходу электроэнергии 28000 кВт·ч на 1 т.

Целью изобретения является снижение удельных энергозатрат и упрощение способа за счет исключения стадии закалывания продукта.

Цель достигается тем, что в известном способе, заключающемся в нагреве исходных компонентов с помощью энергии, выделяющейся в электрической дуге, и фиксации продукта, согласно изобретению нагрев осуществляют безэлектродным замкнутым разрядом с частотой тока до 10 кГц при давлении 50-100 кПа в разрядной камере трансформаторного плазмотрона с вихревой стабилизацией, в которой одновременно происходит фиксация получаемого продукта.

Способ поясняется чертежом.

Трансформаторный плазмотрон содержит трансформатор 1, выполненный из отдельных магнитопроводов с первичной обмоткой каждый, и замкнутую разрядную камеру 2, схватывающую сердечник трансформатора. Разрядная камера изготавливается из отдельных металлических водоохлаждаемых секций 3, между которыми помещены изолирующие прокладки 4. Камера имеет также завихритель газа 5 и узел вывода плазмы 6. Камера снабжена вспомогательными электродами 7 для поджига тлеющего разряда.

Устройство работает следующим образом. Гидравлически осущестляется про-

дувка воздуха. На вспомогательные электроды 7 подается напряжение порядка 3 кВт от повышающего неонового трансформатора, зажигается тлеющий разряд при давлении (1.3-13.3) Па. Если плазменный трансформатор обеспечивает необходимое напряжение для горения дуги на вторичном витке, то возникает устойчивый разряд. При этом неоновый трансформатор отключается. При подаче газа в завихритель 5 давление в камере возрастает до атмосферного и осуществляется стабилизация дуги потоком газа.

Трансформаторный плазмотрон с подачей на вход воздуха испытан в диапазоне давлений 30-100 кПа в камере диаметром 70 мм. При давлении в камере 30 кПа наблюдается переход от белого свечения к светло-желтому, при этом хорошо видно, что столб дуги начинает контрагироваться. При дальнейшем увеличении давления до 40-60 кПа свечение разряда становится ярко-желтым, а затем оранжевым, при этом столб дуги сильно контрагирован (радиус дуги составляет примерно 40-50 мм). При дальнейшем увеличении давления до атмосферного яркость свечения усиливается, а радиус дуги уменьшается до 30-40 мм. Ток в этом режиме поддерживается 85 А, мощность в разряде 70 кВт. В результате концентрация окислов в перерасчете на  $\text{NO}_2$  при атмосферном давлении достигает 40 г/м<sup>3</sup> без применения закалочных схем. Удельный расход электроэнергии может быть снижен до удельного расхода в химическом способе получения окислов азота.

Использование данного способа получения окиси азота в трансформаторном плазмотроне обеспечивает по сравнению с существующими способами следующие преимущества:

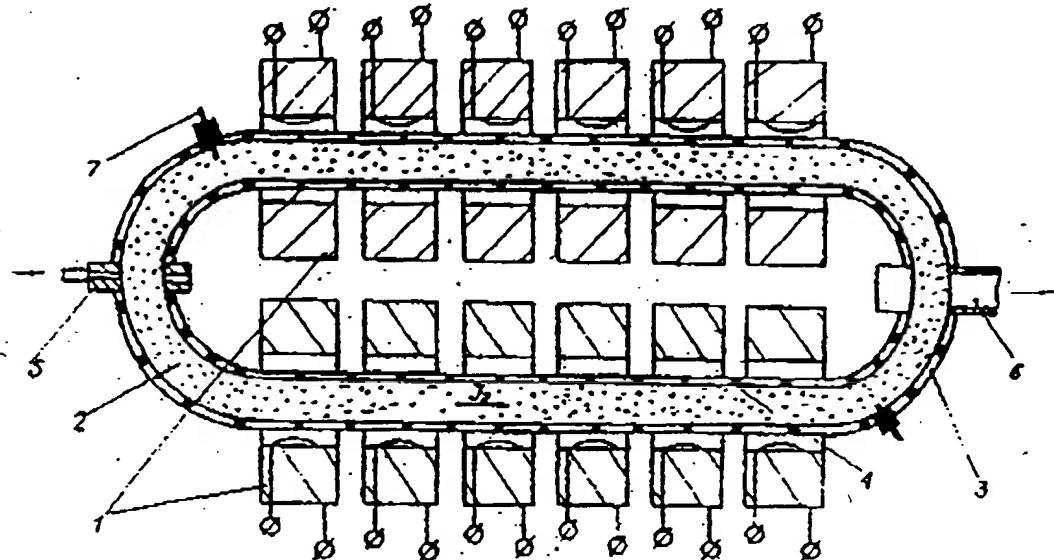
1. Заявляемые параметры давления и частоты разряда при вихревой стабилизации потока позволяют осуществлять фиксацию получаемого продукта непосредственно в разрядной камере и, как следствие, исключается вероятность обратного процесса разложения окиси азота. Таким образом, повышается выход готового продукта. Кроме того, отпадает необходимость последующей закалки и тем самым упрощается технологический процесс.

2. Отсутствие электродов приводит к значительному увеличению ресурса работы установки, к наращиванию мощности, что ведет, в свою очередь, к увеличению выхода готового продукта.

**Формула изобретения**

**Способ получения окиси азота, включающий нагрев воздуха в безэлектродном плазмотроне при повышенном давлении с применением ВЧ-разряда, отличающийся тем, что, с целью снижения**

удельных энергозатрат и упрощения способа за счет исключения стадии закаливания продукта, процесс ведут в трансформаторном плазмотроне с выхревой стабилизацией при давлении 50 - 100 кПа и частоте разряда до 10 кГц.



Редактор В. Трубченко

Составитель Г. Глухих  
Техред М. Моргентал

Корректор М. Ткач

Заказ 889

Тираж  
НПО "Поник" Роспатента  
113035, Москва, Ж-35, Руцкая наб., 4/5

Подпись

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101

**BEST AVAILABLE COPY**